“Efectividad de Rotenona y Spinetoram para el control de *Neoleucinodes elegantalis* en naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) Híbrida. Carchi-Ecuador”



Fabian Patricio Calpa Yela
Escuela de Desarrollo Integral Agropecuario (EDIA)
Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC)
Nuevo Campus, Av. Universitaria y Antisana
Tulcán-Ecuador
adampatito@hotmail.com

Resumen.

Enfocados en mejorar la calidad de la fruta de la naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) para el consumidor y de incrementar la producción, evaluamos dos insecticidas rotenona y spinetoram para el control de la alta incidencia del perforador del fruto (*Neoleucinodes elegantalis*); contribuyendo de esta manera al desarrollo del sector agrícola y a la conservación del medio ambiente de las parroquias Chical y Maldonado, Cantón Tulcán, Provincia del Carchi.

El proceso tecnológico parte con las aplicaciones de los insecticidas dirigidas a las inflorescencias y a frutos con un diámetro no mayor a 3 cm. Esta investigación se realizó a campo abierto empleando un diseño de bloques completos al azar (DBCA) de 25 unidades experimentales divididas en 5 tratamientos por 5 repeticiones, conformándose de esta manera cada unidad experimental de 16 plantas; en las cuales evaluamos y comprobamos que el insecticida spinetoram T1 0,5 cc/l agua y rotenona T2 1 cc/l de agua, son alternativas excelentes para el control del *N. elegantalis*, obteniendo como resultado un porcentaje promedio de frutos caídos bajo, con los tratamientos: spinetoram 4,80 % y rotenona 6,24% comparados con el testigo comercial T4 11,52 % y el testigo absoluto T5 30,72 % porcentaje elevado de frutos que no llegaron a culminar su estado de madurez. En el rendimiento en kg/ha los valores más altos en el primer año de producción los presenta el T1 con 6198,45 kg/ha seguido por el T2 con 6125,14 kg/ha en relación al T5 que presenta 4322,25 kg/ha; y como resultado final de la investigación demostramos que el T1 y T2 presentan un costo – beneficio de 3,05 a 3,10 USD de esta manera obtenemos por cada dólar invertido obtendremos 2,05 y 2,10 USD durante los 36 meses del ciclo de producción.

Palabras claves: rotenona, spinetoram, perforador del fruto (*Neoleucinodes elegantalis*) y naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.).

ABSTRACT.

Focused on improving the quality of the fruit of the naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) for the consumer and of increasing the production, we evaluated two insecticides rotenona and spinetoram for the control of the high incident of fruit borer (*Neoleucinodes elegantalis*); contributing hereby to the development of the agricultural sector and to the conservation of the environment of Chical and Maldonado parishes, Canton Tulcán, Carchi Province.

The technological process part with applications targeted to the inflorescences and fruits with a diameter not greater than 3 cm. This research was carried out at open field using a design of complete randomized blocks (DBCA) of 25 experimental units divided into 5 treatments for 5 repetitions, complying in this way each experimental unit of 16 plants in flowering and fruiting; in which we evaluate and check Spinetoram T1 0.5 cc/l insecticide rotenone T2 1 cc/l of water, and water are excellent alternatives for the control of *N. elegantalis*, resulting in a low average percentage of fallen fruit treatments: Spinetoram 4.80% and rotenone 6.24% compared to commercial witness T4 11.52% and the absolute control T5 30,72% high percentage of fruits that did not reach complete maturity. In the performance in kg/ha, the highest values for the first year of production, the T1 presents 6198,45 kg/ha followed by the T2 with 6125,14 kg/ha in relation to the T5 that presents 4322,25 kg/ha; and as final result of the investigation were showed that the T1 and T2 have a cost - benefit of 3.05 3.10 USD in this way we get for every dollar invested we will obtain 2.05 and 2.10 USD during the 36 months of the production cycle.

Keywords: rotenona, spinetoram, perforator of the fruit (*Neoleucinodes elegantalis*) and naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.).

1. INTRODUCCION

La naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) es originaria de los Andes del Ecuador y Colombia, siendo una fruta muy apreciada y apetecida por los mercados nacionales e internacionales. Su nombre científico es *Solanum quitoense* Lam., perteneciente a la familia de las solanáceas. (ICA, 2011).

El área cultivada en el Ecuador sobre pasa las 12000 ha. En la Amazonía es el principal lugar donde se cultiva esta fruta la cual presenta las condiciones agroecológicas ideales para su desarrollo. Aproximadamente el 60% de la producción nacional de naranjilla, corresponde a la variedad hibrido-Puyo, un 35% al hibrido INIAP-Palora el cual está en aumento debido a las buenas características agronómicas y organolépticas y un 5% a variedades comunes de naranjilla (Fiallos, 2000).

Este cultivo es de gran importancia económica para el pequeño y mediano agricultor, además es una fuente excelente para la nutrición de las personas, ya que es uno de los alimentos incorporados en la canasta diaria, por poseer un alto contenido nutricional.

En la parroquia Chical cantón Tulcán provincia del Carchi, la naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) variedad Híbrida se ha convertido en uno de los principales productos cultivados por los agricultores, que en la actualidad se ven afectados por la alta incidencia del perforador del fruto (*Neoleucinodes elegantalis*) que ocasiona grandes pérdidas económicas debido a que los frutos no pueden ser comercializados porque no pueden llegar al punto óptimo de madurez.

2. Materiales y Métodos

Los materiales empleados fueron: plantas de naranjilla híbrida en floración, las moléculas rotenona y spinetoram, insecticidas empleados

para el control del gusano perforador del fruto (*Neoleucinodes elegantalis*) en el cultivo de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam) herramientas agrícolas, equipo de protección para el fumigador, fertilizantes edáficos y foliares, insecticidas, fungicidas y rótulos.

El estudio se realizó en la Provincia del Carchi, Cantón Tulcán, Parroquia Maldonado Comunidad: La Chorrera. Altitud 1360 m.s.n.m.; Latitud: 0818484 UTM y Longitud: 0103002 UTM.

Los tratamientos estudiados fueron:

Tabla 1. Descripción de los tratamientos

Tratamientos	Descripción del tratamiento
T1	Rotenona 1 cc/l de agua
T2	Spinetoram 1 cc/l de agua
T3	Spinetoram + Rotenona 0,5 cc/l de agua
T4	Testigo com. (Engeo + Cipermetrina 25 F.) 5 y 3 cc/l de agua
T5	Testigo absoluto
Las aplicaciones cada 8 días, dirigidas a las flores abiertas y frutos de 1 cm a 3 cm de diámetro.	

Elaborado por: Calpa, P. 2014

Se aplicó un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), conformado por 5 tratamientos y 5 repeticiones, dando un total de 25 unidades experimentales. La unidad experimental fue de 120 m^2 (10 m de largo y 12 m de ancho), conformando un total de 16 plantas por unidad experimental; con una densidad de siembra de 2,5 m entre planta y planta y 3 m entre surco y surco.

3. Variables evaluadas

a. Abscisión de flores

El conteo de las flores caídas se realizó cada 30 días. Tomando en cuenta los parámetros de control expuestos por (Revelo, J. et al. 2010), las aplicaciones se realizaron cada ocho días, dirigido a las inflorescencias y frutos con un diámetro no mayor a 3 cm de diámetro.

b. Incidencia del Gusano perforador del fruto (*Neoleucinodes elegantalis*) de la naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) Híbrida.

En un período de tiempo comprendido desde la formación del fruto hasta la cosecha contamos el número de frutos atacados por la larva (frutos caídos). Y se lo expresara en porcentaje de frutos caídos / frutos formados.

c. Rendimiento de la producción en kg de fruta.

El rendimiento se calculó en kg por planta y por unidad experimental para cada tratamiento, después de la cosecha.

d. Análisis económico.

En función del rendimiento kg/ha de fruta por planta y parcela neta, calcular el valor de venta y los costos de producción para obtener el costo - beneficio de cada uno de los tratamientos.

4. Resultados y discusión:

a. Porcentaje de abscisión de flores

De acuerdo al análisis de varianza obtenido, se observa una diferencia altamente significativa entre los tratamientos y entre las repeticiones no existen diferencias estadísticas. El coeficiente de variación en esta medición es de 7,51%, con una media de 12,46 de % de abscisión de flores. (Tabla 2).

Tabla 2. ADEVA para él % de abscisión de flores

FV	GL	SC	CM	F. cal	F. Tab 5 %	F. Tab 1 %
Total	24	741,03				
Tr.	4	726,66	181,67	207,81**	3,01	4,77
Re.	4	0,38	0,10	0,11 ns	3,01	4,77
Error	16	13,99	0,87			
CV:	7,51 %					
Media	12,46 % flores caídas					

** = altamente significativo; ns = no significativo
Elaborado por: Calpa, P. 2014

Al realizar la prueba de Tukey al 5% se muestran tres rangos de significación. En el rango "A" se encuentran los tratamientos T2 (8,65%), T1 (8,68%) y T4 (10,01%) convirtiéndose en los tratamientos con el menor porcentaje de abscisión de flores, seguidos por el T3 que se encuentra en un rango B con una media de 11,97%; finalmente en el rango C el Testigo absoluto con una media de 22,96% con el mayor porcentaje de abscisión de flores.

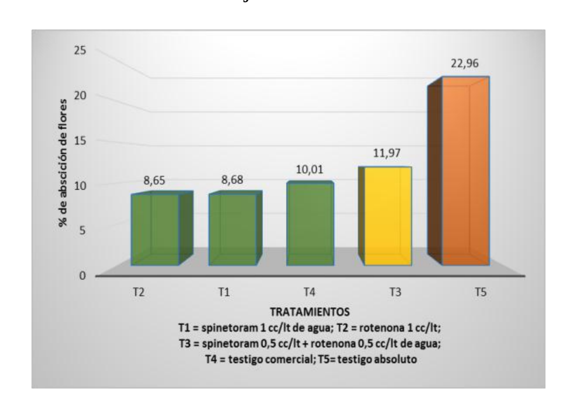
Tabla 3. Porcentaje de abscisión de flores.

	Tratamientos	Abscisión de flores (%)	Rango		
T2	Rotenona	8,65	A		
T1	Spinetoram	8,68	A		
T4	Testigo comercial	10,01	A		
T3	T1 + T2	11,97		B	
T5	Testigo Absoluto	22,96			C

Elaborado por: Calpa, P. 2014

Además en la gráfica 1 observamos que los tratamientos T2, T1 y T4 presentan el menor porcentaje de flores caídas, en comparación con el testigo absoluto. Con estos resultados podemos testificar que el control del *Neoleucinodes elegantalis* con aplicaciones dirigidas a las inflorescencias y a frutos pequeños (menores a 3 cm de diámetro) tal como lo manifiesta (Revelo, Viteri, Vasquez, Vaverde, León, & Gallegos, 2010) y él (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, 2009), ha mostrado el mejor resultado.

Gráfica 1. Porcentaje de abscisión de flores.



Elaborado por: Calpa, P. 2014

b. Porcentaje de frutos caídos

En el análisis de varianza del porcentaje de frutos caídos por bloque (Tabla 4), se observa diferencia estadística muy alta entre tratamientos y para las repeticiones no existe diferencia estadística. El coeficiente de variación en esta medición es de 16,13 % con una media de 11,9 % de Frutos caídos/Unidad Exp. Análisis de varianza (ADEVA) para el Número de frutos caídos

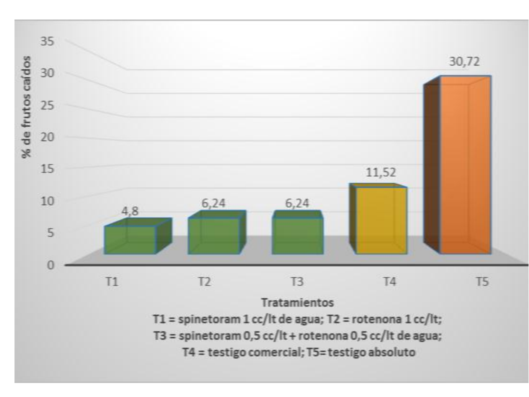
Tabla 4. ADEVA para el Número de frutos caídos

FV	GL	SC	CM	F. cal	F. Tab 5 %	F. Tab 1 %
Total	24	2413,21				
Tr.	4	2344,09	586,02	158,97**	3,01	4,77
Re.	4	10,14	2,53	0,69 ns	3,01	4,77
Error	16	58,98	3,69			
CV:	16,13 %					
Media	11,9 % frutos caídos					

** = altamente significativo; ns = no significativo
Elaborado por: Calpa, P. 2014

En la gráfica 2 observamos que los tratamientos T1 (spinetoram) y T2 (rotenona) el porcentaje de frutos caídos fue mínimo en relación al Testigo absoluto. Demostrando que los insecticidas en estudios si controlan la alta incidencia del gusano perforador del fruto (*Neoleucinodes elegantalis*), llegando a la conclusión que los controles que anteriormente se realizaban con insecticidas de categoría IA y IB (carbamatos, piretroides, etc.) como lo manifiesta (Brochero & Díaz, 2012) ya no se empleen y nos apeguemos a los controles expuestos por (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, 2009) y (Revelo, Viteri, Vásquez, Valverde, León, & Gallegos, 2010) para una mejor calidad de producción.

Gráfica 2. Porcentaje de incidencia del gusano perforador del fruto



Elaborado por: Calpa, P. 2014

c. Producción Kg/Ha

El análisis de varianza (ADEVA), nos describe diferencia estadística altamente significativa para los tratamientos y para las repeticiones no se detecta diferencia estadística. El coeficiente de variación en esta medición es de 6,40%, con una media de producción para el primer año de 5509,96 Kg de fruta por planta.

En el primer año de producción y cosecha según Tukey al 5 % podemos observar los siguientes resultados. El tratamiento T1 se ubica en primer lugar con una media de 6198,45 kg/ha, seguido por el tratamiento T2 (rotenona) con una media de 6125,14 kg/ha. Y de esta manera el testigo absoluto y el testigo comercial son superados por los tratamientos en estudio alcanzando un promedio de 5258,69 y 4322,25 kg/ha de fruto de naranjilla, debido a que T4 y T5 presentan la mayor incidencia de *N. elegantalis* que provoca especialmente la caída de flores y frutos. (Tabla 5).

Tabla 5. Producción total de la fruta en Kg/Ha durante el primer año de cosecha.

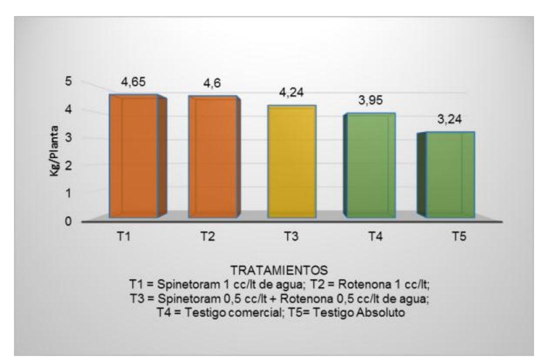
	Tratamientos	Diámetro de la fruta (cm)	Rango		
T1	Spinetoram	6198,45	A		
T2	Rotenona	6125,14	A		
T3	T1 + T2	5645,26	A	B	
T5	Testigo comercial	5258,69		B	
T4	Testigo Absoluto	4322,25			C

Elaborado por: Calpa, P. 2014

Además podemos observar en la gráfica 3 los valores promedios de la producción en kg por planta durante el primer año de producción y cosecha, en las cuales entre tratamientos T1, T2 y T3 se encuentra la mayor producción seguidos por el testigo comercial T4 que comparte rango con el tratamiento T3 en estudio, además podemos deducir que el Testigo absoluto presenta la menor producción con 3,24 kg en comparación con T1 que produce 4,65 kg/planta, esta diferencia se debe específicamente a la incidencia de la plaga *Neoleucinodes elegantalis* en etapas de

formación y desarrollo del fruto.

Gráfica 3. Producción promedio Kg/Planta.

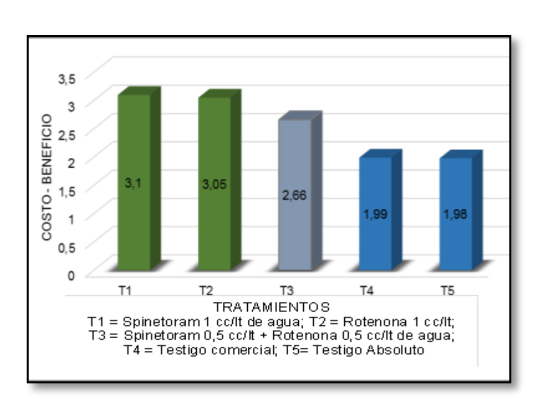


Elaborado por: Calpa, P. 2014

d. Costo – Beneficio

Para establecer el análisis del costo-beneficio, se calculó el costo total de cada tratamiento por hectárea, la producción total por hectárea y ventas, obteniendo como resultado que el tratamiento T2 (Rotenona) y el tratamiento T1 (Spinetoram) presentan mayor rentabilidad generando un costo - beneficio excelente de 3,05 - 3,10 USD, comparado con el testigo comercial y absoluto que brinda un costo - beneficio de 1,98 y 1,99 USD.

Gráfica 4. Relación Costo - Beneficio de la producción total



Elaborado por: Calpa, P. 2014

En la gráfica 4 podemos constatar el costo-beneficio de los tratamientos; obteniendo como resultado que los tratamientos T2 (Rotenona) y T1 (Spinetoram) presentan los mejores resultados con un promedio de 3,10 – 3,05 USD; seguido por el tratamiento T3 (Spinetoram y Rotenona) generando un resultado neto de 2,66 y finalmente encontramos a el Testigo comercial (T4) y el Testigo Absoluto (T5) con un costo – beneficio de 1,99 y 1,98.

5. Verificación de la Hipótesis.

Luego de realizar el análisis de la variable incidencia del Gusano perforador del fruto (*Neoleucinodes elegantalis*) de la naranjilla (*Solanum quitoense*) Híbrida, se confirma que la hipótesis es afirmativa, la cual dice: La molécula de rotenona y la molécula de spinetoram, son efectivos en el control del gusano perforador del fruto (Neoleucinodes elegantalis) que afecta en el rendimiento y la calidad de producción de naranjilla (Solanum quitoense) Híbrida.

6. Conclusiones y Recomendaciones.

a. Conclusiones.

1. El mejor control de la alta incidencia del perforador del fruto Neoleucinodes elegantalis el tratamiento T1 (spinetoram), este tratamiento presento un porcentaje muy bajo de caída de frutos con un promedios de 4,8 en comparación con el testigo comercial y absoluto que presentaron un promedio de 11,52% y 30,72% de frutos afectados.

2. La insecticidas en estudio spinetoram y rotenona en dosis de 1 cc/L de agua tuvieron mayor eficacia en la disminución de la incidencia de N. elegantalis con respecto al

rendimiento agronómico y utilidad económica generada.

3. El control del *Neoleucinodes elegantalis* se realizó en el proceso de formación del fruto con aplicaciones dirigidas a las inflorescencias y a frutos con un diámetro no mayor a 3 cm. Evitando el uso de insecticidas residuales (carbamatos, piretroides, etc.) que se aplican a la fruta en el proceso final de maduración para el control de esta plaga.

4. Los mejores resultados en relación costo - beneficio se obtuvieron con el T2 y T1 se consigue 3,10 USD y 3,05 USD; demostrando que por cada dólar invertido obtendremos 2,10 y 2,05 USD durante los tres años de cultivo.

b. Recomendaciones.

1. El control del *Neoleucinodes elegantalis* se debe realizar antes que ingrese a la fruta con aplicaciones dirigidas a las inflorescencias y a frutos que presenten un diámetro no mayor a 3 cm. La dosificación de la rotenona y el spinetoram son de 0,5 a 1 cc por litro de agua.

2. Continuar con la investigación de rotenona y spinetoram en diferentes cultivos, en especial de frutas tropicales para el control de las plagas que afectan al órgano consumido por el ser humano.

3. Buscar nuevas alternativas de control de plagas en el cultivo naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) benéficas para el hombre y que no afecten el medio ambiente en donde habitamos.

7. Bibliografía.

1. Angulo, R. (2006). Lulo: El cultivo . Bogotá (Colombia): Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

2. Anteparra, M., Vargas, K., & Granados, L. (2010). Primer registro para el Perú del perforador del fruto de cocona *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Pyralidae). Aporte Santiaguino, 3(2) 171 - 176.

3. Barrera, V. (2012). Principales enfermedades del cultivo de lulo (*Solanum quitoense*). Colombia: CORPOICA.

4. Brochero, H., & Díaz, A. (2012). Parasitoides asociados al perforador del fruto de las solanáceas *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae) en Colombia. Colombia: Revista Colombiana de Entomología. 38(1).

5. Castañeda, H. I. (1992). El lulo o naranjilla. Colombia .

6. Días, A., Solís, A., & Brochero, H. (2011). Distribución geográfica de *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae) en Colombia. Revista Colombiana de Entomología 37 (1): 71-76, 5.

7. Díaz, A. (2011). Fundamentos para el desarrollo de estrategias de control biológico del perforador del fruto *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) en frutas solanáceas Andinas exóticas. Colombia: FONTAGRO.

8. Dow AgroSciences. (2010). Insecticida Delegate*. Obtenido de http://www.dowagro.com/cl/delegate.htm

9. Dow AgroSciences. (2011). Insecticida de origen natural para el control selectivo de plagas. Argentina.

10. ECORAE. (2011). Compendio de recomendaciones tecnológicas para los principales cultivos de la Amazonía Ecuatoriana. Quito (Ecuador): INIAP (p51- p57).

11. Fiallos, J. (2000). Naranjilla. INIAP–Palora. Hibrido interespecífico de alto rendimiento. . Boletín divulgativo nº 276. 2-9.

12. Garcia, J., Chamorro, L., Vera, L., & Segura, J. (2007). Enfermedades y plagas del cultivo de lulo (*Solanum quitoense*) en el Departamento del Huila. Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA).

13. Gómez, L. E. (1997). Enfermedades del cultivo de lulo en Tolima y Huila: Guía de reconocimiento control. Tolima: CORPOICA.

14. Iananacone, J., & Reyes, M. (2001). Efecto de la rotenona y neem sobre *Bemisia tabaci* GENNADIUS (Homóptera: aleyrodidae) y *Liriomyza huidobrensis* BLANCHARD (Díptera: agromyzidae) plagas del tomate en el Perú. Agronomía Tropical , 51(1): 65-79.

15. Iannacone, J., & Lamas, G. (2003). Evaluación de riesgo ambiental del insecticida rotenona sobre cuatro especies de invertebrados. Perú: Revista Peruana de Entomología.

16. ICA. (2011). Manejo fitosanitario del cultivo del lulo (*Solanum quitoense* Lam). Medidas para la temporada invernal. Colombia : Produmedios .

17. IICA. (2007). Guía practica para la exportación de naranjilla a los Estados Unidos . Managua (Nicaragua): Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

18. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. (2009). Comportamiento y alternativas de control del gusano del fruto de la naranjilla (*Neoleucinodes elegantalis*). Quito (Ecuador): Estación Experimental Santa Catalina. Dept. de Proteccion Vegetal.

19. López, E. (2012). Plaguicidas botánicos: Una alternativa a tener en cuenta. La Habana - Cuba: Fitosanidad. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal.

20. MAGAP y AGROCALIDAD. (s.f.). Ley de comercialización y empleo de plaguicidas codificación. Quito - Ecuador: Registro Oficial Suplemento 215.

21. Palumbo, J., & Richardson, J. (2008). Efficacy of RADIANT (Spinetoram) Against Western Flower Thrips in Romaine Lettuce. United States.

22. Paredes, J., Peralta, E., & Gómez, R. (2010). Gusano Perforador de los Frutos de Naranjilla (*Solanum quitoense* Lam): Identificación y Biología. Obtenido de Revista Tecnológica ESPOL - ISSN 1390-3659: http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/13

23. Revelo, J., Viteri, P., Vásquez, W., Valverde, F., León, J., & Gallegos, P.

(2010). Manual del cultivo ecológico de la naranjilla. Manual técnico No. 77. Quito - Ecuador: INIAP.

24. Rogg, H. (2000). Manual de entomología agrícola del Ecuador. Quito - Ecuador.

25. Salas, J. (2008). Capacidad de captura de *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Pyralidae) en dos tipos de trampa provistas con su feromona sexual. Bioagro 20(2), 135 - 139.

26. Santamaria, M. (2007). Estudios biológicos de Copidosoma N. Sp. (Hymenoptera: Encyrtidae) parasitoide de *Neoleucinodes Elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae) en tomate de árbol, en Cundinamarca. Revista Inventum, 14.

27. Sosa, M. C. (2009). Prespección de enemigos naturales del barrenador del fruto (*Neoleucinodes elegantalis* Guenée) de la naranjilla (Solanum quitoense) y evaluación de la incidencia de las plagas en su cultivo. Quito - Ecuador: Universidad Central del Ecuador.

28. TVEcuador. (28 de 06 de 2009). Tóxicos en naranjillas: resultado del análisis al producto. Obtenido de http://www.tvecuador.com/index.php?option=com_reportajes&view=showcanal&id=1088.

29. UPEC. (2011). Manual para la presentación del perfil del proyecto de tesis de grado, proyecto de grado e informe final de tesis de grado. Tulcán - Ecuador .

30. Urbina, G. (2008). Evaluación Agronómica de dos variedades y dos híbridos de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam) y su respuesta a dos densidades de plantación en Julio Moreno, Provincia de Bolivar . Guaranda - Ecuador: Universidad Estatal de Bolivar.

31. Vílchez-Espejo, J., & Sánchez, G. (1993). Uso de rotenona (*Lonchocarpus nicou*) para controlar plagas de la col en Lima. Revista peruana de entomología. 36(1).